

Nikke Rantio

Rakennusautomaatioprojektin läpiviennin laadun parantaminen

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Automaatiotekniikka

Insinöörityö

12.5.2015

Tekijä Otsikko	Nikke Rantio Rakennusautomaatioprojektin läpiviennin laadun parantaminen
Sivumäärä Aika	26 sivua + 7 liitettä 12.5.2015
Tutkinto	Insinööri (AMK)
Koulutusohjelma	Automaatiotekniikka
Suuntautumisvaihtoehto	Kappaletavara-automaatio
Ohjaajat	Osastopäällikkö Valto Koskinen Lehtori Markku Inkinen
<p>Insinööriyön tavoitteena oli luoda rakennusautomaatioyritys Fidelix Oy:n projektityöntekijöille yhtenäinen sähköinen kansio- ja tiedostopaketti rakennusautomaatioprojektin läpiviennin tarpeisiin. Tarkoituksena oli käyttää jo olemassa olevia tiedostoja ja luoda tarpeen vaatiessa uusia tiedostoja ja kansioita.</p> <p>Työn teoriaosassa tutustuttiin tulevaisuuden laatuvaatimuksiin, nykyaikaisiin sähköisiin työkaluihin projektin läpiviennissä, tietoliikennetekniikoihin ja erilaisiin tuotantofilosofioihin. Erilaisten tuotantofilosofioiden tavoitteita tarkasteltiin muun muassa erilaisin kuvin esitettynä.</p> <p>Työn tuloksena syntyi 15 pääkansiolla varustettu projektin läpiviennin kansiopaketti sisältäen projektin läpiviennissä tarvittavia sähköisiä työkaluja. Työn teoriaosan tuloksena saatiin tietoa langattomista ratkaisuista ja kenttäväylien käytöstä nykypäivän automaatioprojekteissa. Työn tuloksena syntyi myös katsaus tuotannonohjauksen ja erilaisten tuotantofilosofioiden pääperiaatteisiin.</p>	
Avainsanat	Projekti, Laatu, Ympäristö, Tuotannonohjaus

Author Title	Nikke Rantio Improving of building automation project quality manage
Number of Pages Date	26 pages + 7 appendices 12 May 2015
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Automation Engineering
Specialisation option	Manufacturing Automation
Instructors	Valto Koskinen, Division Manager Markku Inkinen, Lecturer
<p>The goal of this thesis was to create a solid electrical folder- and file package for building automation project management. The work was commissioned by an automation company Fidelix Oy. The purpose was to use already existing files and create new ones if needed so.</p> <p>The theory part of the thesis explores future quality demands, modern electrical tools for project managing, data communication technologies and different kind of production philosophies. The goals of modern production philosophies were also illustrated by pictures.</p> <p>As a result of this thesis 15 main folders were created including electrical tools which were needed for project management. The Theory part of the thesis shows how wireless solutions and using fieldbuses works at modern automation projects. This study discusses the main principles of manufacturing control and different kind of production philosophies.</p>	
Keywords	Project, Quality, Environment, Manufacturing control

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Laatuvaatimuksia	1
3	Hankkeita, standardeja ja työkaluja	2
3.1	BIM	2
3.1.1	Revit	3
3.2	LEED	3
3.2.1	LEED luokitusjärjestelmä	4
3.2.2	LEED pistekategoriat	5
3.2.3	LEED arvosanat	5
3.3	PromisE	6
3.3.1	PromisE arvioinnit	6
3.4	BREEAM	7
3.5	LEAN	8
3.5.1	Littlen laki	8
3.5.2	Esteiden teoria	9
3.5.3	Vaihtelu	11
4	Tuotannonohjaus	12
4.1	Tuotannonohjauksen tunnusluvut	15
4.2	Tuotantotyytit ja ohjattavuus	16
4.3	Suunnittelu	17
4.4	Kapasiteetti	17
5	Tietoliikenne	18
5.1	Kenttäväylät	18
5.2	Väyläintegraatio	19
5.3	Langattomuus	20
5.3.1	Laitetarjonta	20
5.3.2	Toimintaenergia	21
5.3.3	Langattomia toteutuksia	21

6	Pohdintaa	22
	Lähteet	25
	Liitteet	
	Liite 1. Kiinteistö-Promise pisteytykset: Toimistorakennukset	
	Liite 2. Kiinteistö-Promise pisteytykset: Liikerakennukset	
	Liite 3. Kiinteistö-Promise pisteytykset: Asuinrakennukset	
	Liite 4. Fieldbus comparion chart	
	Liite 5. Physical charasteristics	
	Liite 6. Transport mechanism	
	Liite 7. Performance	

Lyhenteet

BIM	Building Information Modelling. Rakentamisen tietomallinnus.
BREEAM	Building Research Establishment's Environmental Assessment Method. Vihreiden kiinteistöjen luokitusjärjestelmä.
FIFO	First-in, first-out. Varastoinnin toimintamalli.
I/O	Input/Output. Tulo ja lähtö. Automaatiosanastoa.
IEC	International Electrotechnical Commission. Kansainvälinen sähköalan standardointiorganisaatio.
IWLAN	Industrial Local Area Network. Normaalia langatonta lähiverkkoa suorituskykyisempi langaton lähiverkko.
KATAKRI	Kansallinen turvallisuusauditointikriteeristö.
LEED	Leadership in Energy and Environmental Design. Järjestelmä tehokkaiden rakennusten ja kestävä kehityksen periaatteella toimivan ympäristön sertifiointiin.
TCP/IP	Transmission Control Protocol/Internet Protocol. Tietoliikenteessä käytetty protokollastandardi.
WLAN	Wireless Local Area Network. Langaton lähiverkko.

1 Johdanto

Tämä insinöörityö tehtiin Fidelix Oy:lle. Fidelix Oy kehittää ja myy rakennusautomaatio- ja turvajärjestelmiä sekä hoivatekniikan tuotteita. Pääkonttori sijaitsee Vantaalla Varistossa. Fidelix Oy:llä on 115 työntekijää kymmenessä eri kaupungissa Suomessa. Yritys on perustettu vuonna 2002 ja sillä on kaksi tytäryritystä, jotka ovat Suomen Kiinteistöenergia Oy ja Fidelix Sverige AB. Fidelix Oy on lisännyt vuosittain henkilökuntansa määrää Suomessa. Syyskuussa 2014 päättyneellä tilikaudella Fidelix konsernin liikevaihto oli 18,6 miljoonaa euroa. Fidelix Oy:n suurin omistaja on pääomasijoitusyhtiö Procuritas Capital Investors Fund V, joka omistaa yrityksestä enemmistö osuuden. [1.]

Tämän insinöörityön tavoitteena on tutkia tulevaisuuden laatuvaatimuksia rakennusautomaatioprojekteissa, kehittää yhtenäinen kansiorakenne tarvittaviin tiedostoihin projekteja läpivievillä henkilöillä ja kehittää ohjeistus luovutusdokumenttien sähköiseen ja fyysiseen sijoituksen.

2 Laatuvaatimuksia

Vuonna 2007 voimaan tullut laki alihankinnasta vaatii kirjallisen sopimuksen tekoa ja verotodistusten tarkastamista. Tämän myötä myös Fidelix Oy on uudistanut alihankinnan sopimusmallejaan. Isot rakennusliikkeet ovat asettaneet omiin laatuvaatituksiinsa harmaan talouden kitkemisen ja työturvallisuuden parantamisen. Harmaan talouden kitkemisestä tuli voimaan 1.7.2014 laissa uudet määräykset, jotka olennaisesti muuttavat myös Fidelix Oy:n työskentelytapaa- ja raportteja työmailla. Erityisesti silloin kun urakoitsija toimii päätoimijana projektissa, verottaja vaatii useampia raportteja- ja erityismenettelyjä työmaalla. Työturvallisuuden osalta isot rakennusliikkeet ovat vaatimassa UPA-tarkastusta. Urakoitsijalla tulisi olla koko tuotantoketjun kattava työturvallisuusjärjestelmä. Rakennusliikkeen tarkastettua urakoitsijan työturvallisuusjärjestelmän, tarkastuksen lopputuloksena muodostunut arvosana tallennetaan avoimeen rekisteriin kaikkien rakennuttajien nähtäville. Puolustus- ja valtionhallinto ovat vaatineet rakennusprojekteissaan KATAKRI:n mukaista hyväksyntää aikaisemmin turvajärjestelmien toimittajilta. Tulevaisuudessa kuitenkin KATAKRI:n mukaista hyväksyntää tullaan vaatimaan puolustus- ja valtionhallinnon rakennusprojekteissa myös automaatiotoimittajilta. [2.]

3 Hankkeita, standardeja ja työkaluja

Aaltoyliopisto ja Tekes käynnistivät Helmikuussa 2013 BIM for LEAN -hankkeen, jonka on tarkoitus kestää 2016 tammikuuhun saakka. Tutkimushanke on FidiPro:n alainen hanke. Hankkeen parissa työskentelee useita professoreita. BIM ja LEAN ovat olleet olemassa itsenäisinä metodeina jo yli vuosikymmenen, mutta nyt on alettu kehittää niiden synergiaa. Hankkeen tarkoituksena on, että tulevaisuudessa rakennusallalla pystytäisiin hyödyntämään tehokkaasti BIM- ja LEAN metodien yhteisvaikutusta laajalti päivittäisessä työskentelyssä. BIM for LEAN -projektissa mukana olevia suomalaisia yrityksiä ovat: Fidelix Oy, Progman Oy, Skanska Oy, Granlund Oy, Rym Oy, Vahanen Oy, Haahdela Oy, Sähköinfo Oy, YIT Oyj, Finnmap Consulting Oy, Lemminkäinen Oy ja Senaatti Kiinteistöt. [3.]

3.1 BIM

BIM eli tietomallintaminen on mallintamista 3D-objekteilla. Kaikki BIM-projektin parissa työskentelevät urakoitsijat voivat päivittää projektia reaaliajassa. Jos suunnitteluprosessin aikana muutetaan jotain objektia, se päivittyy automaattisesti kaikkiin kyseisen kohteen tulosteisiin. Tällöin tieto on ajantasaista ja yhdenmukaista. Tietoa ei siis tarvitse syöttää useampaan kertaan erikseen, jotta se päivittyisi kaikkiin kohteen tulosteisiin. Kun eri tekniikka-alojen BIM mallit kerätään yhdeksi koordinoituksi malliksi eli yhdistelmämalliksi voidaan suorittaa törmäystarkastelu. Objekteihin voidaan liittää esimerkiksi linkki asennusohjeeseen ja tuotetietoon. BIM-projektista voi tulostaa 2D-piirustuksia, sekä määrä- ja materiaaliluetteloita. BIM:n avulla mahdolliset törmäykset ja ristiriidat löytyvät jo suunnittelu vaiheessa. Työmaalla todetut suunnittelu virheet voivat tulla kalliiksi. Digitaalisen 3D-mallin avulla projekti on vaivatonta esitellä tärkeille tahoille (kuva 1). 3D-malli onkin usein selkeämpi tapa esitellä projektia kuin 2D-malli. BIM:ssä käytetään neutraaleja tiedonsiirtostandardeja kuten LandXML ja IFC. [4.]



Kuva 1. Kuvassa näkymä BIM-projektista, ohjelmistona MagiCAD-ohjelma. [5.]

3.1.1 Revit

Revit on tietokanta jossa on yli miljoona tuotemallia joissa on tekniset tiedot ja oikeat mitat. Tuottavuus paranee kun suunnitelmat perustuvat todellisiin tuotteisiin. Revitin avulla saadaan informaatiota myös painehäviöistä ja äänitasoista. Revitillä voidaan suorittaa laskentoja joiden tuloksiin voidaan luottaa. Ohjelmistoja joilla Revitiä voidaan käyttää ovat esimerkiksi Autodesk Revit -ohjelmisto, sekä MagiCAD for Revit -ohjelmisto. MagiCAD for Revitiä on olemassa neljä erilaista sovellusta: MagiCAD Sprinkler Designer, MagiCAD Electrical, MagiCAD Heating and Piping ja MagiCAD Ventilation. [5, 6.]

3.2 LEED

LEED-sertifiointi on ulkopuolinen ja riippumaton todistus rakennuksen tai alueen kehitysprojektin ympäristö tehokkuudesta ja vihreistä arvoista. LEED-sertifiointi on kannattavan, ympäristövastuullisen ja terveellisen asuin- ja työskentely-ympäristön kansainvälisesti tunnustettu merkki (kuva 2). Taloudelliset ja ekologiset edut joita LEED:llä pyritään saavuttamaan:

- Energian säästö
- Veden kulutuksen vähentäminen
- Kaatopaikka jätteen vähentäminen
- Kiinteistön käyttökustannusten aleneminen
- Kiinteistön arvonnousu
- Luonnonvarojen suojelu. [7.]



Kuva 2. Kuvassa LEED-sertifiointi-merkki. [8.]

3.2.1 LEED luokitusjärjestelmä

LEED-luokitusjärjestelmässä on erilaisia luokkia:

- LEED terveydenhuolto
- LEED vähittäiskauppa
- LEED koulut
- LEED ympäristönkehitys
- LEED kodit
- LEED toimenpiteet ja huolto olemassa oleville rakennuksille
- LEED toimitilat
- LEED Shell and Core
- LEED uudisrakentaminen. [7.]

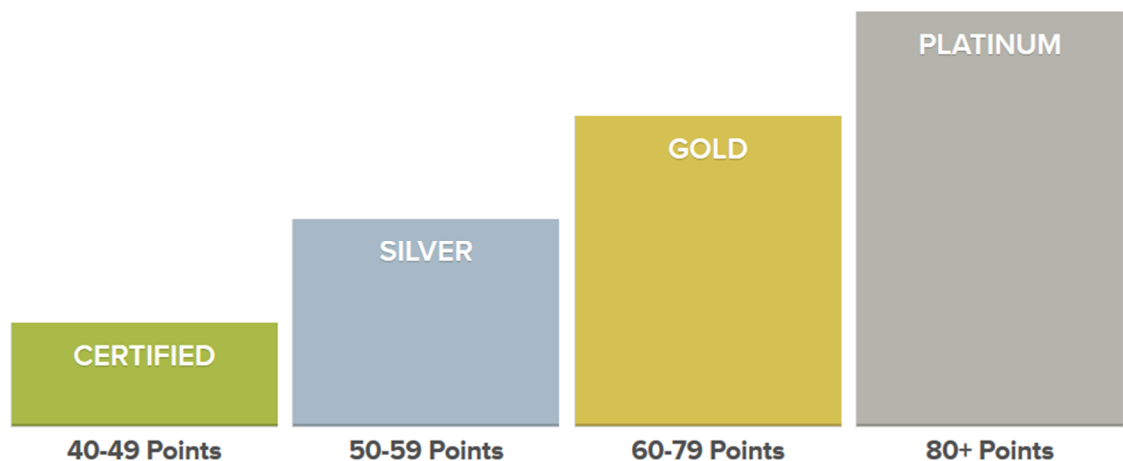
3.2.2 LEED pistekategoriat

Pistekategorioita LEED:ssä on:

- Paikalliset olosuhteet
- Suunnitteluinnovaatiot
- Sijainti ja yhteydet
- Sisäympäristön laatu
- Materiaalit, kierrätys ja jätteet
- Energia ja ilmakehä
- Vedenkäyttö
- Kestävä ympäristö. [8.]

3.2.3 LEED arvosanat

LEED-arvosanoja on neljä (Kuva 3). Sertifioitu-arvosanaan oikeuttaa 40-49 pistettä, Hopea-arvosanaan oikeuttaa 50-59 pistettä, Kulta-arvosanaan oikeuttaa 60-79 pistettä ja Platina-arvosanaan 80 pistettä tai enemmän. [8.]



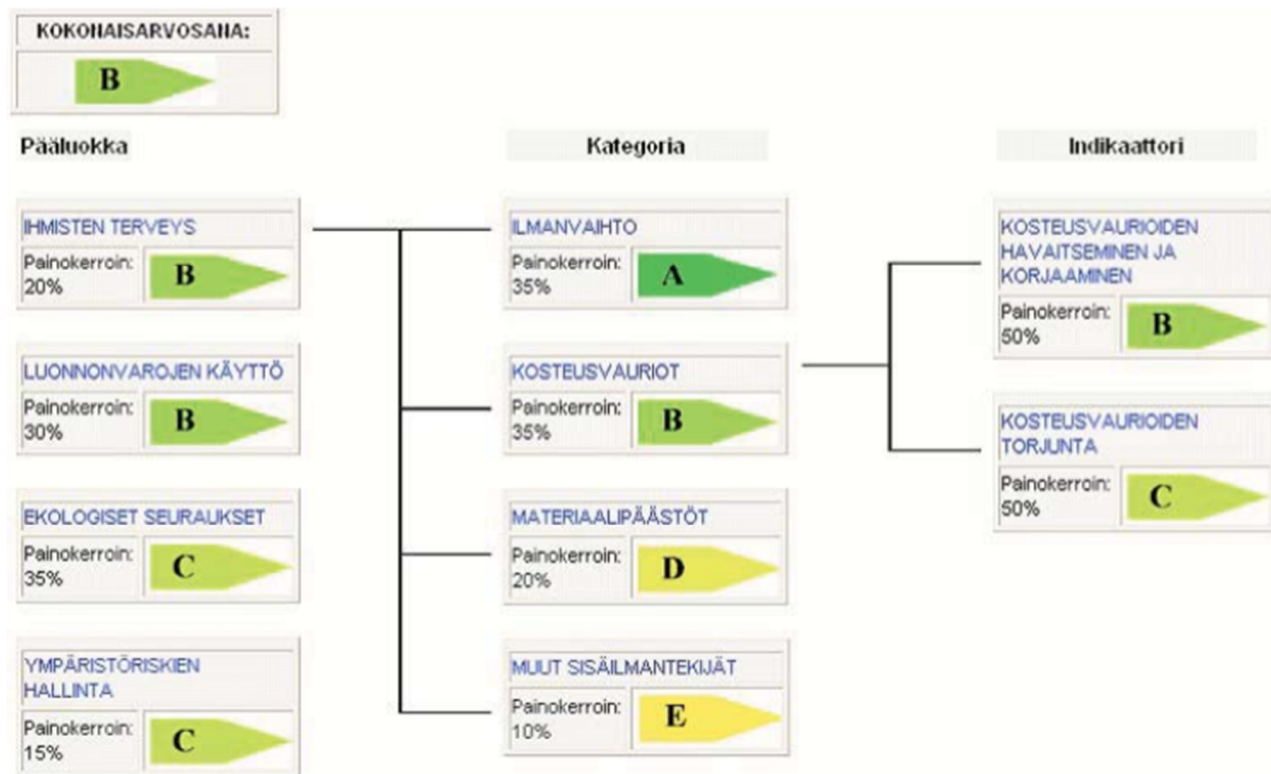
Kuva 3. Kuvassa LEED-arvosanat ja LEED-pisteet jotka oikeuttavat niihin. [7.]

3.3 PromisE

PromisE on Suomalainen rakennusten ympäristöluokitteluun tarkoitettu työkalu. Useat Suomalaiset kiinteistöalan toimijat ja järjestöt ovat olleet mukana kehittämässä PromisE:a. Ympäristöluokitustyökalu jakautuu kahteen eri työkaluun, jotka ovat jo olemassa oleville rakennuksille tarkoitettu Kiinteistö-PromisE ja uudisrakennuksille tarkoitettu Hanke-PromisE. PromisE:n neljä pääluokkaa ovat: ihmisten terveys, luonnonvarojen käyttö, ekologiset seuraukset ja ympäristöriskien hallinta [9; 10, s. 3.]

3.3.1 PromisE arvioinnit

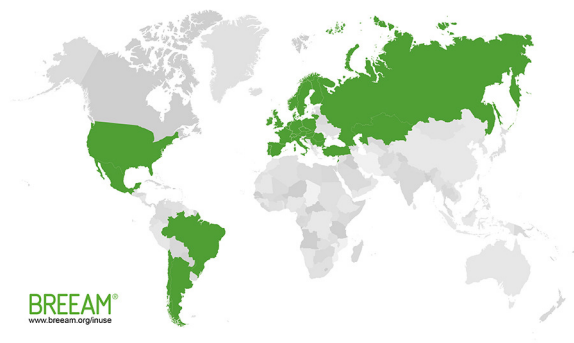
Erilaisia kiinteistötyyppejä arvioidaan erilaisilla painoarvoilla (Liite 1, 2 & 3). Kiinteistötyypit PromisE:ssa ovat: asuinrakennukset, toimistorakennus ja kauppakiinteistö. Arvosanat joita kiinteistöt voivat saada arviointikorttiinsa ovat A, B, C, D ja E. Jos kiinteistö ei ansaitse edes E-luokan arviointia, joka vastaa viranomaismääritysten tasoa ja rakentamisen nykytasoa, jää kiinteistö siinä tapauksessa ilman luokitusta. Arviointiasteikossa arvosana A puolestaan vastaa kiinteistön ympäristöominaisuuksien erittäin korkeaa laatutasoa. Suomessa tähän korkeimpaan arvosanaan oikeuttavia kiinteistöjä arvioidaan olevan vain noin 1-2 %. Mahdollisuus B-arvosanan saavuttamiseksi arvioidaan suomalaisilla kiinteistöillä olevan noin kymmenellä prosentilla kiinteistöistä. Kiinteistön ympäristöluokituksen kokonaisarvosana syntyy pääluokkien arvosanojen, sekä painoarvojen perusteella. Pääluokkien arvosanat syntyvät puolestaan erilaisten kategorioiden arvosanoista, sekä painoarvoista. Yksittäiset indikaattorit määrittävät kategorioiden arvosanat omilla arvosanoillaan ja painoarvoillaan (Kuva 4). [10, s. 4.]



Kuva 4. Kiinteistö-PromisE:n kokonaisarvosanan muodostuminen. Kuvassa esitetty myös tarkemmin miten muodostuu ihmisten terveys –pääluokan kosteusvauriot –kategoria kahdesta erillisestä indikaattorista. [10, s. 5.]

3.4 BREEAM

BREEAM on Brittiläisen kiinteistöalan tutkimusorganisaation luoma vihreiden kiinteistöjen luokitusjärjestelmä. BREEAM:ssa tarkastellaan esim. veden- ja energian kulutusta, materiaaleja, liikennettä, maankäyttöä ja johtamista. BREEAM on siis hyvin samanlainen luokitusjärjestelmä kuin LEED. BREEAM on käytössä yli 25:ssä eri maassa (kuva 5) ja pelkästään Britanniassa on yli 100 000 BREEAM-sertifioitua rakennusta. BREEAM arvosanat ovat: läpäisty, hyvä, erittäin hyvä ja erinomainen. [9; 11.]



Kuva 5. Kuvassa vihreällä maat, joissa BREEAM on käytössä. [11.]

3.5 LEAN

LEAN on tuotannon laatujohtamista, joka perustuu Toyotan tuotanto systeemiin (Toyota Production System, TPS). LEAN:ssa päätavoitteena on pienentää tuotannon läpimeno-aikaa, jotta tuotannon virtaustehokkuus kasvaisi. [12.]

3.5.1 Littlen laki

Kehittäjänsä John Littlen mukaan nimetty laki, joka on käyttökelpoinen stabiilissa systeemissä yksittäisten asemien, tehtaiden, toimitusketjujen ja palveluprosessien arvioinnissa. Littlen lakia hyödynnetään palveluja- tai valmistusprosessien läpimenoajan määrittämiseen (Kuva 6). [13.]

Littlen lain avulla voidaan arvioida jonotusaika eli arvioida prosessin läpimenoaika.

Esimerkissä neljä yksikköä on jonossa ja yhden yksikön käsittely on juuri alkamassa. Littlen lain avulla voidaan arvioida jonoon seuraavan yksikön saapumisen läpimenoaika seuraavasti.



Jonotusaika = prosessissa olevien käsiteltävien yksiköiden määrä x käsittelyaika
 50 minuuttia = 5 yksikköä x 10 minuuttia/ yksikkö

TAI

CT = WIP/ TH

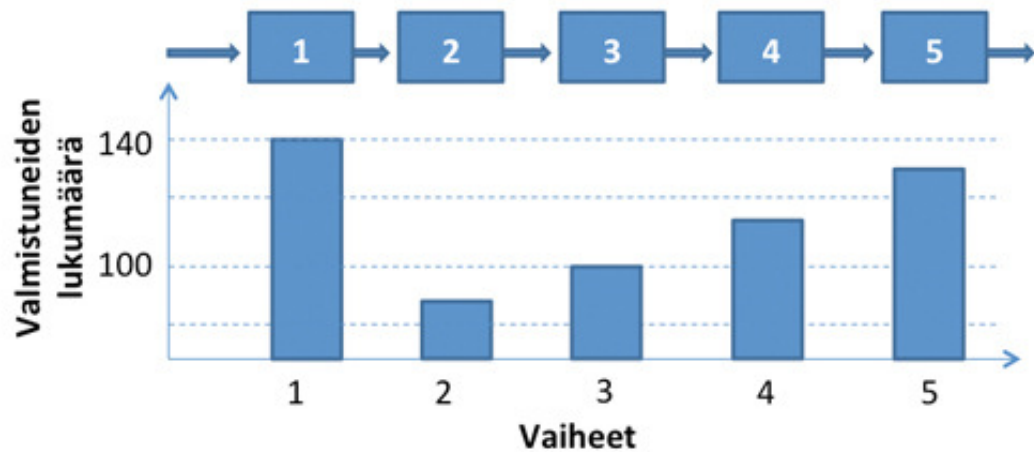
Kokonaisjaksoaika = keskeneräinen työ : läpimeno

50 min = 5/6 tuntia = 5 yksikköä : 6 yksikköä per tunti

Kuva 6. Kuvasta ilmenee prosessin vuo (valmistuneet kappalemäärät per aikayksikkö). [13.]

3.5.2 Esteiden teoria

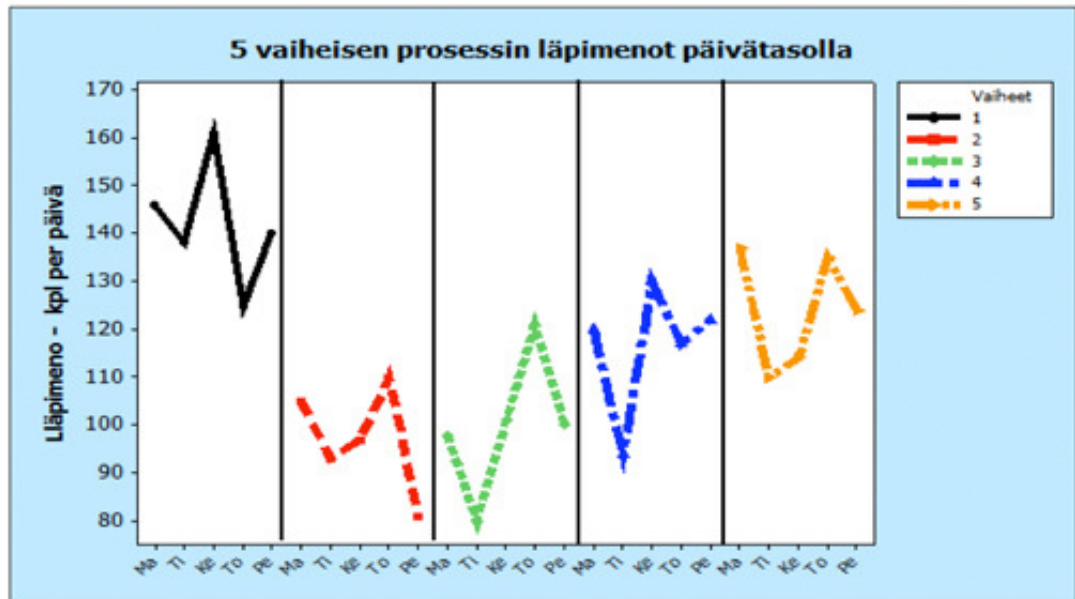
Esteiden teoria (Theory of Constraints, TOC) on ohjaus- ja johtamismalli, joka perustuu systeemin suorituskyykyä rajoittavien tekijöiden hallintaan. Toinen nimitys menetelmälle on synkronoitu tuotannonohjaus (Synchronized manufacturing). Menetelmän ideana on, että jokaisella systeemillä on yleensä vähintään yksi este, eli systeemin suorituskyykyä rajoittava tekijä. Esteen seurauksena läpimenoaika kasvaa ja suorituskyyky laskee. Esteiden teoriassa on tärkeää tunnistaa läpimenoaikkaa hidastava systeemin piste ja sen kuormitusaste. Systeemin estevaiheesta muodostuu systeemin pullonkaula (Kuva 7).



- Vaihe 2 on pullonkaula. Virtausta rajoittava tekijä.
- Prosessi ei pysty pitkällä aikavälillä tuottamaan enemmän kuin vaihe 2 kykenee tuottamaan. Vaihe 2 määrittää systeemin suorituskyvyn
- Parannustoimenpiteet tulee keskittää vaiheeseen 2.
- Vaiheissa 1, 3, 4 ja 5 parannustoimenpiteet ovat liki tarpeettomia. Niissä saavutetaan joitain säästöjä, mutta ei kasvua eikä varsinaista parannusta.

Kuva 7. Kuvasta ilmenee, että vaihe 2 on systeemin pullonkaula. [14.]

Ylituotannon rajoittamiseksi on myös syytä kiinnittää huomiota siihen, että muodostuuko este eri aikoina eri vaiheisiin. Systeemin pullonkaulan sijainti saattaa myös vaihdella viikokotasolla (Kuva 8). [14.]

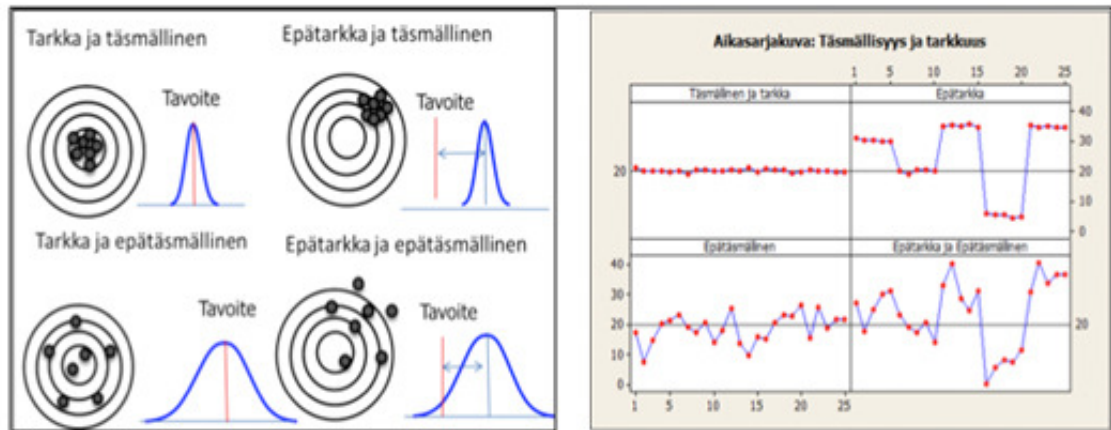


- Jos prosessin läpimenot vaihtelevat rajusti, seuraa tunne, että pullonkaula vaelttaa. Kuvassa pullonkaula on vaiheessa kaksi, jos asiaa tarkastellaan pitkällä aikavälillä.
- Kuvasta havaitaan, että pullonkaula on maanantaina ja tiistaina vaiheessa 3.
- Kuvasta havaitaan myös, että keskiviikkona, torstaina ja perjantaina pullonkaula on vaiheessa 2.

Kuva 8. Kuvan 5-vaiheisen prosessin läpimenoaika rajoittava tekijä riippuu viikonpäivästä. [14.]

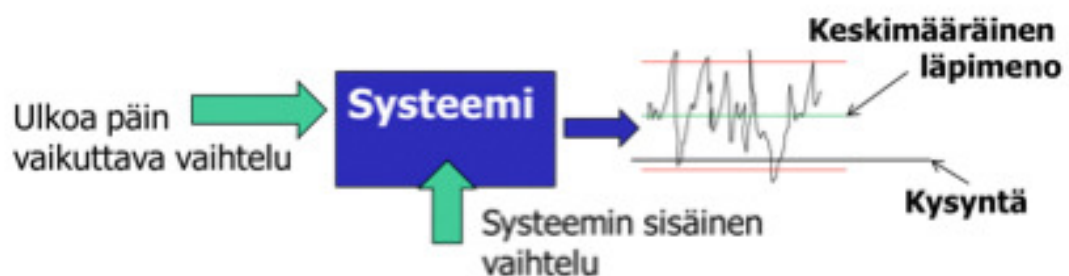
3.5.3 Vaihtelu

Vaihtelua voi tulla systeemiin niin sisältä kuin ulkoa päinkin (Kuva 10). Mitä suurempi vaihtelu, sitä pienempi on systeemin suoritussyky. Vaihtelun lähteet voidaan eritellä kahteen ryhmään: täsmällisyyteen ja tarkkuuteen. Tarkkuudella tarkoitetaan ryhmien välistä keskiarvoista poikkeamaa. Täsmällisyydellä tarkoitetaan ryhmän sisäistä poikkeamaa eli siis yhdenmukaisuutta (Kuva 9).



Kuva 9. Kuvassa tarkkuus ja täsmällisyys ovat kahdella eri tavalla esitettynä. [15.]

Vaihtelu systeemissä (kuva 10) voi olla ennustettavaa eli stabiilia (Common Cause Variation) tai ennustamatonta eli ei stabiilia (Special Cause Variation). Kysynnän vaihtelua pyritään pienentämään esimerkiksi tekemällä tuotteista mahdollisimman vähän erilaisia malleja, toimittajien toiminnasta tulevaa vaihtelua pienentämällä ja kapasiteetti-, varasto- ja aikabuffereilla. [15.]



Kuva 10. Kuvassa systeemiin vaikuttavat vaihtelut. [15.]

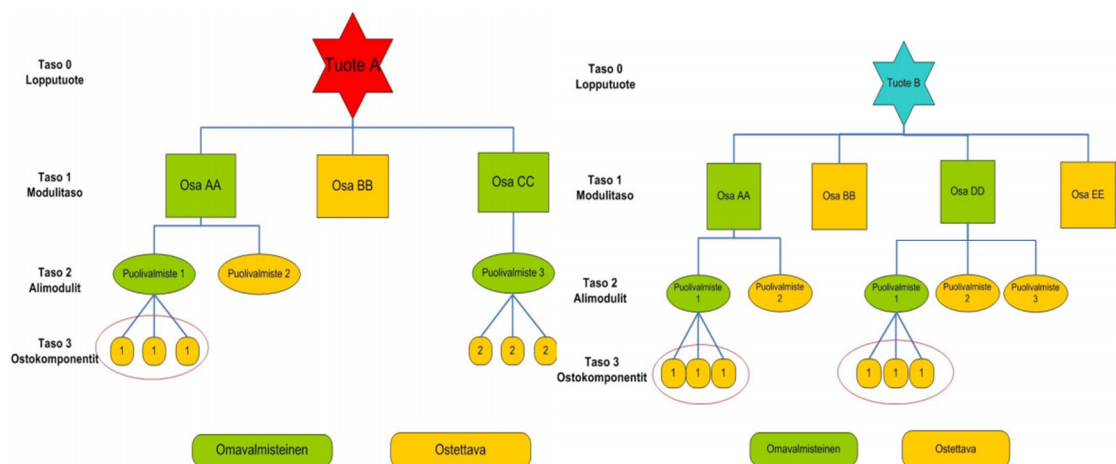
4 Tuotannonohjaus

Tuotannonohjauksen ja suunnittelun tulee tukea yrityksen valitsemaan taktiikkaa ja strategiaa. Erilaiset tuotantoprosessit määrittelevät vaatimukset ohjeukselle ja suunnittelulle. Tehokkaasti toteutettu valmistuksenohjaus ja suunnittelu eli MPC (Manufacturing Planning and Control) takaa yritykselle kilpailuetua markkinoilla. MPC määrittelee mitkä ovat yrityksen tyypilliset toiminnot ja miten ne auttavat yritystä. MPC antaa tietoja materiaalivirtojen, koneiden ja työvoiman käyttämiseksi. Koska maailma muuttuu kokoajan,

myös MPC-järjestelmää on kyettävä sopeuttamaan muuttuviin markkinoihin. Tyypillisiä johtoportaan päätöksiä, joihin MPC-järjestelmä antaa tukea ovat mm:

- Tavarantoimituksen oikea-aikaisuus ja -erä koko
- Kapasiteetti tarpeet, jotka vastaavat markkinoita
- Tuotannon vaiheiden aikatauluttaminen
- Häiriötilanteisiin reagointi
- Yrityksen resurssi seuranta

Fyysisien tuotteiden valmistamiseen tarvittavia komponentteja voidaan kuvata rakennemallilla. Englanninkielinen lyhenne rakennemallille on BOM (Bill Of Material). Rakennemalli voi olla yksitasoinen tai sisennetty, esitystapa vaihtelee tilanteen mukaan kumpi kuvaa paremmin tuotteen rakennetta. Teollisuudessa insinöörit käyttävät sisennettyä rakennemallia määrittääkseen tuotteen rakenteen. BOM on tärkeä osa tuotannonhallinnan kokonaisuudessa, koska nykyajan tuotanto on tietojärjestelmäkeskeistä. Tuoterakenne on hyvä työkalu tuotantosuosittelman (MPS, Master Production Schedule) ja tarvelaskennan (MRP, Manufacturing Resource Planning) hallintaan. ”Tuoterakennepuuta” alaspäin mentäessä jatkuu rakenne aina yksittäiseen ruuviin asti, jota tuotteen rakentamiseen tarvitaan. Rakenteen haarat voivat siis olla hyvinkin eripituisia ja erisisältöisiä riippuen siitä, mitä minkäkin tuotteen jonkun osan valmistus vaatii (kuva 11).



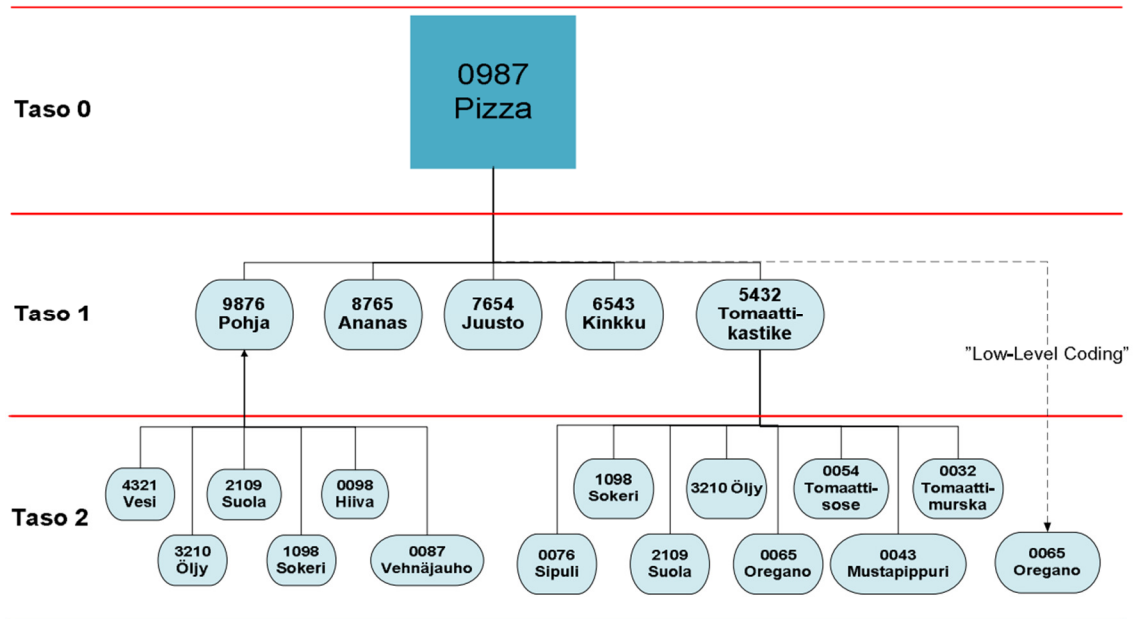
Kuva 11. Kuvassa kahden eri tuotteen tuoterakenne, eli rakennemalli. [16.]

Tietojärjestelmästä tulostettu rakennemalli toimii sellaisenaan kätevästi kokoonpanijalle eräänlaisena työohjeena ja osalistauksena. Kokoonpanijoina toimivilla työntekijöillä on usein käytettävissä rakennemallin lisäksi muitakin dokumentteja mm.

- Tuotepiirros
- Kokoonpanokaavio
- Kulkukaavio
- Työtilaus
- Mahdolliset muutokset alkuperäiseen työtilaukseen

Tuoterakenteessa voi olla yrityksen itse tuottamia materiaaleja ja -osakokonaisuuksia, sekä myös muualta ostettuja, eli ulkoistettuja. Usein standardoidut tuotteet kannattaa ostaa ulkopuoliselta. Standardoitujen tuotteiden hinta, laatu ja toimitusajat ovat usein hyviä. Standardoidut tuotteet auttavat myös rakennemallin supistamisessa kun standardoitua osaa ei tarvitse purkaa rakennemallissa auki.

Vaikka tuoterakenteen yhdistääkin mielessään helposti vain teknisen laitteen valmistuksen rakennetta kuvaavaksi malliksi, niin näinhän ei ole. Esimerkkinä kemianteollisuuden tuoterakenne voi olla sama asia kuin kaava ja ravintola-alalla resepti. Ravintola-alan rakennemalli voi myös olla moniin tasoihin jakautuva (kuvat 12 & 13). [16.]



Kuva 12. Kuvassa ravintolan tuotteena olevan pizzan rakennemalli eli resepti. [16.]



Kuva 13. Kuvan rakennemalli on samasta tuotteesta kuin kuvassa 12, mutta tässä sisennetty rakennemalli esitystapana. [16.]

4.1 Tuotannonohjauksen tunnusluvut

Tuotannonohjauksen tyypillisiä tunnuslukuja ovat muun muassa:

- Myyntikate
- Käyttökate
- Jalostusarvo
- Myyntimäärät
- Valmistuksen määrät
- Varastoon sitoutunut pääoma
- Henkilökunnan tuottavuus
- Toimitusaika
- Tilauskanta
- Palvelutaso
- Läpäisy aika
- Myöhästymiset
- Reklamaatiot

[16.]

4.2 Tuotantotyytit ja ohjattavuus

Tuotantotyyti voidaan valita tuotteen mukaan esim. tilaus- tai vakiotuotannoksi. Tuotantotyyti voi valikoitua valmistusaloitteen mukaan asiakas- tai varasto-ohjautuvaksi tuotannoksi. Tuotantotyyti voi myös valikoitua valmistusprosessin mukaan kappaletavara-, prosessi-, yksittäis- ja sarjatuotannoksi. Tuotantotyytien ohjattavuuteen vaikuttavat sisäiset- ja ulkoiset tekijät. Sisäisinä tekijöitä ovat mm. eräsuuruus, tuotantoyksikön koko, henkilöstön osaaminen, kapasiteetin joustavuus ja ohjattavien työvaiheiden määrä. Ulkoisia tekijöitä ovat mm. markkinat, suhdanteet, asiakkaat, toimittavat, teknologia, talous, lakot ja menekin ennustettavuus. Yleisiä ongelmia tuotantoon ja sen ohjattavuuteen aiheuttaa esimerkiksi liian suuret lopputuotavarastot. Myös tuotannon osapuutteet, jatkuvat kysynnän vaihtelut ja paikkansa pitämättömät myyntiennusteet aiheuttavat ongelmia. [16.]

4.3 Suunnittelu

Tuotannon suunnittelu voidaan jakaa karkea- ja hienosuunnitteluun. Karkeasuunnittelussa aikajänne voi olla esimerkiksi 1 – 24kk. Resurssien käytön yleissuunnittelussa suunnitellaan kone- ja henkilöresurssien käyttö. Lähtökohtana suunnittelulle toimivat: menekin ennuste, tilauskanta, varastotilanne ja budjetti. Hienosuunnittelun aikajänne on karkeasuunnittelua lyhyempi 1 viikko – 3kk. Hienosuunnittelussa suunnitellaan yksityiskohtaisesti tuloksena tuotantosuunnitelma sisältäen tuotantoerät, vaiheet ja järjestykset. Hienosuunnittelussa on tunnettava todellinen kuormitus ja muut perustiedot. Suunnittelun prioriteettisääntöjä ovat:

- Suunnitellaan jonossa olevien töiden järjestys
- Saapumisjärjestys FIFO
- lyhyin vaihe ensin
- pisin vaihe ensin
- nopeimmin valmistuva vaihe ensin
- suurin myöhästyminen

[16.]

4.4 Kapasiteetti

Kapasiteettiin vaikuttaa ala jolla toimitaan. Kapasiteettistrategioita ovat kysyntään sopeuttaminen, tasainen kapasiteetti ja kysyntään vaikuttaminen. Menekin vaihteluun voidaan varautua seuraavin keinoin: varastoinnilla, toimitusaikojen muutoksilla, ylitöillä, alihankinnoilla ja tuottavuuden lisäämisellä. Teoreettista maksimi kapasiteetin saavuttamista vaikeuttaa seuraavat tekijät:

- Valmistusprosessin häiriöt
- Materiaali puutteet
- Konerikot
- Huollot
- Työnjärjestelyn puutteet
- Viallisten tuotteiden järjestys
- Koulutus
- Sairauslomat ja poissaolot

[16.]

5 Tietoliikenne

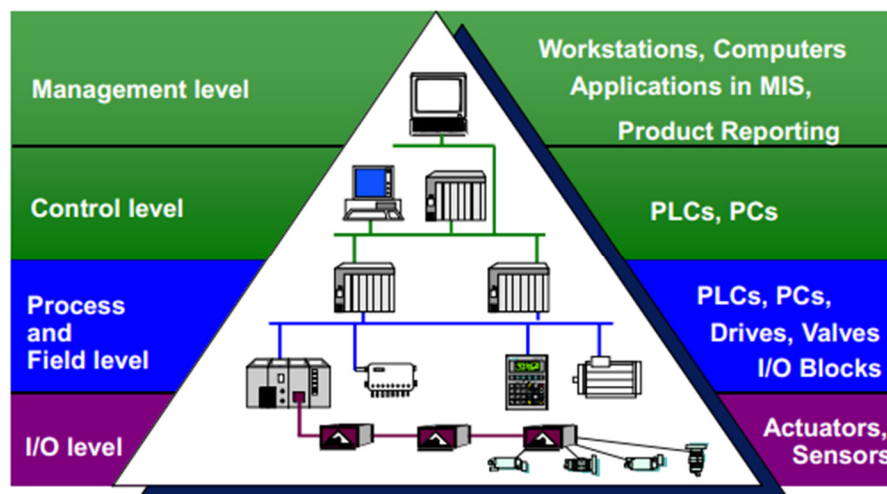
Kommunikointi automaatio-ohjausjärjestelmän ja kenttälaitteiden välillä tapahtuu milliampeeriviesteillä tai jänniteviesteillä. Tyypillinen ohjaus- ja mittausviestit automaatio järjestelmissä ovat jännitealueella 0 – 10 VDC tai 2 – 10 VDC ja virta-alueella 0 – 20 mA tai 4 – 20 mA. Analogiselle viestille tehdään analogia-digitaalimuunnos ennen kuin ohjausjärjestelmä käsittelee viestin. [17.]

5.1 Kenttäväylät

Älykkäät kentälle sijoitetut laitteet mahdollistavat kenttäväylien käytön. Tällainen kentälle hajautettu I/O-järjestelmä säästää kaapelointi kustannuksia, koska kenttälaitteet tarvitsee ainoastaan kaapeloida lähimpään hajautettuun I/O-moduuliin, josta informaatio jatkaa matkaansa ohjausjärjestelmään yhdellä ainoalla kaapelilla kenttäväylää hyödyntäen (kuva 14). Älykkäissä kenttälaitteissa voi myös olla niin paljon älyä, että ne voivat toimia omina väyläsäätiminä niiden perässä oleville kenttälaitteille. Näitä nykyaikaisia väyläsäätimiä voidaan hyödyntää moniin eri tarkoituksiin, kuten IV-koneisiin, hotellihuoneisiin ja valaistuksen ohjaukseen. Säätimien tehokkaat prosessorit mahdollistavat myös maa- tai kaukolämpöprosessin säädön säätimestä käsin. Väyläsäätimiä voidaan ohjelmoida

myös siten, että laitteeseen ei tarvitse olla fyysisesti yhteydessä siihen ohjelmointia varten kiinnitetyllä kaapelilla, vaan ohjelmat voidaan ajaa varsinaisesta ohjausjärjestelmästä kenttäväylää pitkin säätimeen. [18; 19; 20]

Kenttäväyläprotokollia on olemassa monia erilaisia. Käytettävä kenttäväylätyyppi valitaan usein sen ominaisuuksien mukaan (Liitteet 4 – 7). Fidelix Oy:llä on käytössään pääasiallisena kenttäväylänä Modbus-protokollan kenttäväylä. Järjestelmä tukee myös suoraan M-bus- ja TCP/IP-protokollia. M-bus -väylä on käytössä usein vesimittareille. Fidelix-järjestelmä on siis yhteen sopiva monien laitevalmistajien laitteiden kanssa kuten esim. Camstrupp, Vacon, ABB, Fläkt Woods, Danfoss ja Siemens. Automaatiojärjestelmän ohjauskeskuksina toimivien ala-asemien väliset runkoväylät ovat Fidelix-järjestelmissä toteutettu TCP/IP-protokollalla, kaapeloinnin ollessa usein Ethernet-kaapeloinnilla toteutettu. [21.]



Kuva 14. Kuvassa kenttäväylätaso näkyy toiseksi alimpana tasona. [22.]

5.2 Väyläintegraatio

Fidelix Oy:n toteuttamissa projekteissa väyläintegraatiota on jo lähes joka toisessa projektissa. Integraatio vähentää rakentamiseen kuluvaan aikaa ja -kustannuksia. Uutta laitetta lisättäessä väylälle ei uutta kaapelointia välttämättä tarvitse tehdä, jos uuden väylälaitteen voi sijoittaa nykyisen kaapeloinnin matkan varrelle.

Erilaisten väyläintegraatioiden huonoina puolina voidaan pitää isojen rakentamiskokonaisuuksien hallintaa tai -huoltoa. Huoltomiehen ammattitaito ei välttämättä riitä hallitsemaan useiden eri väyläratkaisujen kokonaisuutta.

Älyn lisääntyessä kentällä myös väkisinkin kommunikointi urakoitsijoiden, laitetoimittajien ja suunnittelijoiden kanssa lisääntyy väylälaitteisiin liittyen ja täten syntyy selkeämpiä suunnitelmia ja väylien integroinneista tulee enemmän arkipäivää. [21.]

5.3 Langattomuus

Teollisuuden automaatiojärjestelmät ovat hiljalleen siirtymässä käyttämään entistä enemmän erilaisia langattomia ratkaisuja järjestelmissään. Vuonna 2008 automaatioalan tulevaisuuden näkymiä ennustava ARC (Automation Research Corporation) ennusti, että vuonna 2014 uusissa investoinneissa 5 % perinteisesti kaapeloitavista kenttälaitteista korvattaisiin langattomilla kenttälaitteilla. Ennusteessa ennustettiin myös, että uusien jatkuvaan etävalvontaan otettavien prosessien määrä kasvaisi 12 %. Langattomilla ratkaisuilla säästetään kustannuksia, koska langaton ratkaisu ei tarvitse piirisuunnittelua, kenttäkoteloita, kenttäkaapelointia, I/O-kortteja ja ristikytkentää. [23.]

5.3.1 Laitetarjonta

Langattomia laitteita on jo paljon saatavilla. Valmistajat panostavat ison osan tuotekehityksestään nykyisin langattomien laitteiden kehitykseen. Tiedonsiirto ratkaisuin laitteissa yleisimmin on Ethernet-tekniikat (WLAN, IWLAN), ISA100.11a ja HART-protokollasta kehitetty WirelessHART. Muita ovat mm. Bluetooth, GSM ja GPRS-tekniikkaan perustuvat laitteet.

WirelessHART-protokollan langattomia kenttälaitteita valmistavat: ABB, Metso Automation, Endress+Hauser, Siemens ja Pepperl+Fuchs. ISO100.11a –tekniikan langattomia kenttälaitteita valmistavat: Yokogawa, Honeywell ja GE Measurement & Control.

Kenttälaitteita on saatavilla langattomalla IEC-standardiksi vahvistetulla WirelessHART-tekniikalla paineen, lämpötilan, pH:n, johtavuuden, värähtelyn, korroosion ja pinnankorkeuden mittaamiseen. Useilta valmistajilta on saatavilla HART-adapteri, jolla voidaan

siirtää perinteisen kaapeloiduksi tarkoitetun HART-protokollan laitteen tietoja langattomasti (kuva 15). [23.]



Kuva 15. Kuvassa Pepperl+Fuchs WirelessHART Adapter. [24.]

5.3.2 Toimintaenergia

Langattomien laitteiden toimintaenergian lähteiksi on olemassa erilaisia ratkaisuja. Normaali kaapeloitus sähköön syöttö on yleistä Ethernet-laitteissa. HART-adapterit ottavat toimintaenergiansa usein kenttälaitteen sähkönsyötöstä. Suurimpana ryhmänä voidaan pitää paristokäyttöisiä kenttälaitteita, joiden yleistymistä ovat vauhdittaneet nopeasti kehittyvä paristo- ja akkuteknikka. Useille paristokäyttöisillä laitteilla luvataan jopa yli viiden vuoden paristonvaihtoväliä. Uusin laitteiden toimintaenergian tekniikka on energianlouhinta. Energian louhinnassa laite voi ottaa energiaa putkiston- tai tarkkailtavan prosessi laitteen tärinästä. Myös valokennoista, radiosignaaleista ja laitteen toimintaympäristön lämpötilaeroista voidaan muodostaa toimintaenergiaa laitteelle. Tulevaisuuden langattomissa antureissa juurikin energianlouhintateknikka yhdistettynä latautuvaan akkuteknologiaan tulevat todennäköisesti yleistymään.

5.3.3 Langattomia toteutuksia

Langattoman tekniikan vika- ja häiriösietoisuuden kehittyminen on edesauttanut langattomien ratkaisujen yleistymistä. Esimerkiksi Neste Oil Oy:n Naantalin jalostamolla on otettu langaton kenttälaitteverkko käyttöön vuonna 2009, jolla valvotaan bitumisäiliöiden lämmitysuunin toimintaa (kuva 16). Langattomien kenttälaitteiden lisääminen ja siirrettävyys on todettu Neste Oil Oy:n ratkaisuissa menestystekijäksi verrattuna perinteiseen

kaapeloituun toteutukseen. Hiomatuotteita valmistavan Mirka Oy:n langattomassa ratkaisussa muun muassa taajuusmuuttajat ja absoluuttianturit ovat langattomasti yhteydessä ohjausjärjestelmään WLAN-tekniikalla toteutettuna. [23.]



Kuva 16. Kuvassa langattomia paine- ja paine-erolähettämiä on mittaamassa bitumisäiliöiden lämmitysuunilla. [23.]

6 Pohdintaa

Rakennusalalla erilaiset säädökset ovat tiukentuneet viime vuosina. Nykyään jokaisella työmaalla näkee työntekijöillä seuraavan laisen varustuksen: turvakengät, huomioliivi tai -paita, silmäsuojaimet, kypärän ja henkilökortin (älykäs sellainen). Työmaiden työmaakokouksissa kaikki mahdolliset turvallisuus puutteet työmaalta käsitellään työturvallisuuden takaamiseksi. Erilaisia turvallisuuden prosenttilukuja mitaillaan, joista saadaan informaatiota kuinka paljon vaaratilanteita, turvallisuus puutteita ja tapaturmia työmaalla on rakentamisaikana esiintynyt. Harmaan talouden kitkemiseksi yrityksiltä vaaditaan erilaisia raportteja ja työmaalla työskentelevillä työntekijöillä tulee olla työturvallisuuskortin lisäksi älykäs henkilökortti, josta ilmenee henkilön veronumero ja siinä tulee olla myös kuva työntekijästä.

Uudet sähköiset työkalut, erilaiset toimintafilosofiat ja niiden tehokas hyödyntäminen ovat tämän päivän rakennusalan haasteita. Tästä hyvänä esimerkkinä toimii usean vuoden kestävä BIM for LEAN -hanke. Erilaiset internetin pilvipalveluratkaisut mahdollistavat tänä päivänä tehokkaan tietomallintamisen jakamisen eri urakoitsijoiden välillä. Tämän toimintatavan lisääntyminen tulee lisäämään rakennushankkeiden laadukasta läpivientiä ilman rakennusteknisiä ristiriitoja, kun mahdolliset ristiriitaiset suunnitelmat tulevat tietokonemallissa jo aikaisessa vaiheessa ilmi.

Energiatehokkuuteen ja ympäristönsuojeluun kehitetyt standardit ovat muodostuneet rakentamiskokonaisuuksille lisäarvoa tuoviksi tekijöiksi. Nämä standardit laskevat kiinteistöjen käyttökustannuksia tehokkailla toiminnoillaan ja kuluttavat vähemmän luonnonvaroja. Arviointikriteereissä otetaan huomioon monenlaisia seikkoja muun muassa alueen liikenneyhteydet, veden kulutus, jne. Arviointikriteerit voivat riippua siitä minkälainen rakennuskohde on kyseessä, eli erilaisia pisteytyksiä on luotu muun muassa liikerakennuksille, asuinrakennuksille, jne.

Tuotannonohjaukseen ja toimintafilosofioihin löytyy alan kirjallisuutta, joista niin erilaisien tuotteiden valmistuksen- tai projektien parissa työskentelevät henkilöt voivat ammentaa itseensä oppia ja löytää menestyksekkäs tapa toimia. Työn kohteena olevan prosessin luonne vaikuttaa siihen minkälaisia ratkaisuja pyritään löytämään prosessin läpiviemiseksi.

Kenttäväylät ja langattomat toteutukset ovat tämän päivän automaatiota. Kenttäväylät vähentävät merkittävästi rakentamisen kustannuksia kun kaapeloinnin tarve vähenee. Kenttäväylien lisääntyessä myös työn sujuvuus erilaisten väylien yhdistämisissä ohjausjärjestelmiin tulee nopeutumaan kokemusten myötä. Myös langattomien anturit tulevat vähentämään kaapelointia ja siten kustannuksia. Langattomia antureita on jo tänä päivänä saatavana useilta eri valmistajilta, useisiin erilasiin tarkoituksiin. Energian louhintatekniikkojen kehittyminen tekee myös langattomista antureista huoltovapaita paristojen vaihdon suhteen. Äly on siis lisääntymässä kentällä I/O-tasolla niin kenttälaitteissa kuin kentälle hajautetuissa ohjainkortteissa. Fidelix Oy:n järjestelmään on jo tehty langaton liitäntä EnOcean-standardilla toteutettuna. EnOcean-standardi on jo merkittävässä asemassa ainakin Saksassa.

Tämän insinööriyön konkreettisen osuuden tuloksena syntynyt kansiopaketti tuo lisää yhtenäisyyttä yrityksen toiminta tapoihin. Yhtenäiset käytettävät tiedostot luovat yritykselle positiivisen ammatti-ilmeen. Lomatuuraajat löytävät kollegoilta saamista kansiopaketeistaan tarvitsemansa tiedostot vaivatta, yhtenäisen rakenteen vuoksi. Yhtenäiset tarjouspyyntölomakkeet takaavat, että tarjouspyynnöstä selviää mahdolliselle aliurakoitsijalle selkeästi tarjotun urakan urakkarajat ja muut tarpeelliset tiedot. Huolto-osastolle toimitettava luovutusdokumentointilomake antaa tarvittavat tiedot huolto-osastolle joutuvan työnteon takaamiseksi.

Tässä insinööriyössä opin ammattiin liittyviä toimintatapoja, standardeja, sekä teknisiä asioita. Näistä opeista on varmasti hyötyä jatkossa työelämässä. Erilaiset langattomat verkkoteknologiat olivat uutta kiinnostavaa asiaa. Energianlouhinta oli myös uutta ja mielenkiintoista informaatiota. Aihe oli mielenkiintoinen ja voidaan todeta, että laatu on asia joka koostuu monesta eri tekijästä.

Lähteet

- 1 Pääomasijoitusyhtiön Procuritas ostaa enemmistö osuuden suomalaisesta Fidelix Oy:stä. 2014. Verkkodokumentti. Fidelix. <<http://www.fidelix.fi/ajankohtaista/>>. Luettu 17.12.2014.
- 2 Koskinen Valto. 2015. Osastopäällikkö. Fidelix Oy. Sähköpostiviesti 27.1.2015.
- 3 BIM and LEAN Construction. 2014. Verkkodokumentti. Aalto yliopisto. <<https://wiki.aalto.fi/display/ABIM/BIM+and+Lean+Construction>>. Luettu 26.2.2015.
- 4 Mikä BIM? Mikä VDC? 2012. Verkkodokumentti. Vianova. <<http://www.vianova.fi/ajankohtaista/mika-bim-mika-vdc/>>. Luettu 23.12.2014.
- 5 MagiCAD for Revit LVI- ja sähkösuunnitteluun. 2014. Verkkodokumentti. MagiCAD. <<http://www.magicad.com/fi/content/magicad-revit-lvi-ja-s%C3%A4hk%C3%B6suunnitteluun>>. Luettu 28.12.2014.
- 6 Autodesk Revit rakennussuunnitteluun ja rakentamiseen. 2014. Verkkodokumentti. Autodesk. <<http://www.autodesk.fi/products/revit-family/features/software-for-bim/all/gallery-view>>. Luettu 28.12.2014
- 7 Mitä ovat LEED ja LEED-sertifiointi? 2011. Verkkodokumentti. ERMS. <<http://www.erms.fi/cms/fi/vihreae-rakentaminen/mikae-leed-on>>. Luettu 29.12.2014.
- 8 Each rating system is made up of a combination of credit categories. 2014. Verkkodokumentti. USGBC. <<http://www.usgbc.org/leed#overview>>. Luettu 29.12.2014.
- 9 PromisE. 2014. Verkkodokumentti. Green Building Council Finland. <<http://figbc.fi/tietopankki/ymparistoluokitukset>>. Luettu 2.1.2015.
- 10 Käyttöohje kiinteistö-PromisE. 2014. Verkkodokumentti. Motiva. <<http://www.motiva.fi/files/2230/KiinteistoPromiseManual.pdf>>. Luettu 2.1.2015.
- 11 BREEAM in-use. 2014. Verkkodokumentti. BREEAM. <<http://www.breeam.org/page.jsp?id=373>>. Luettu 5.1.2015.
- 12 Tätä on Lean. 2015. Verkkodokumentti. Sixsigma. <<http://www.breeam.org/page.jsp?id=373>>. Luettu 10.3.2015.
- 13 Littlen laki. 2015. Verkkodokumentti. Sixsigma. <<http://www.sixsigma.fi/fi/lean/littlen-laki/>>. Luettu 10.3.2015.

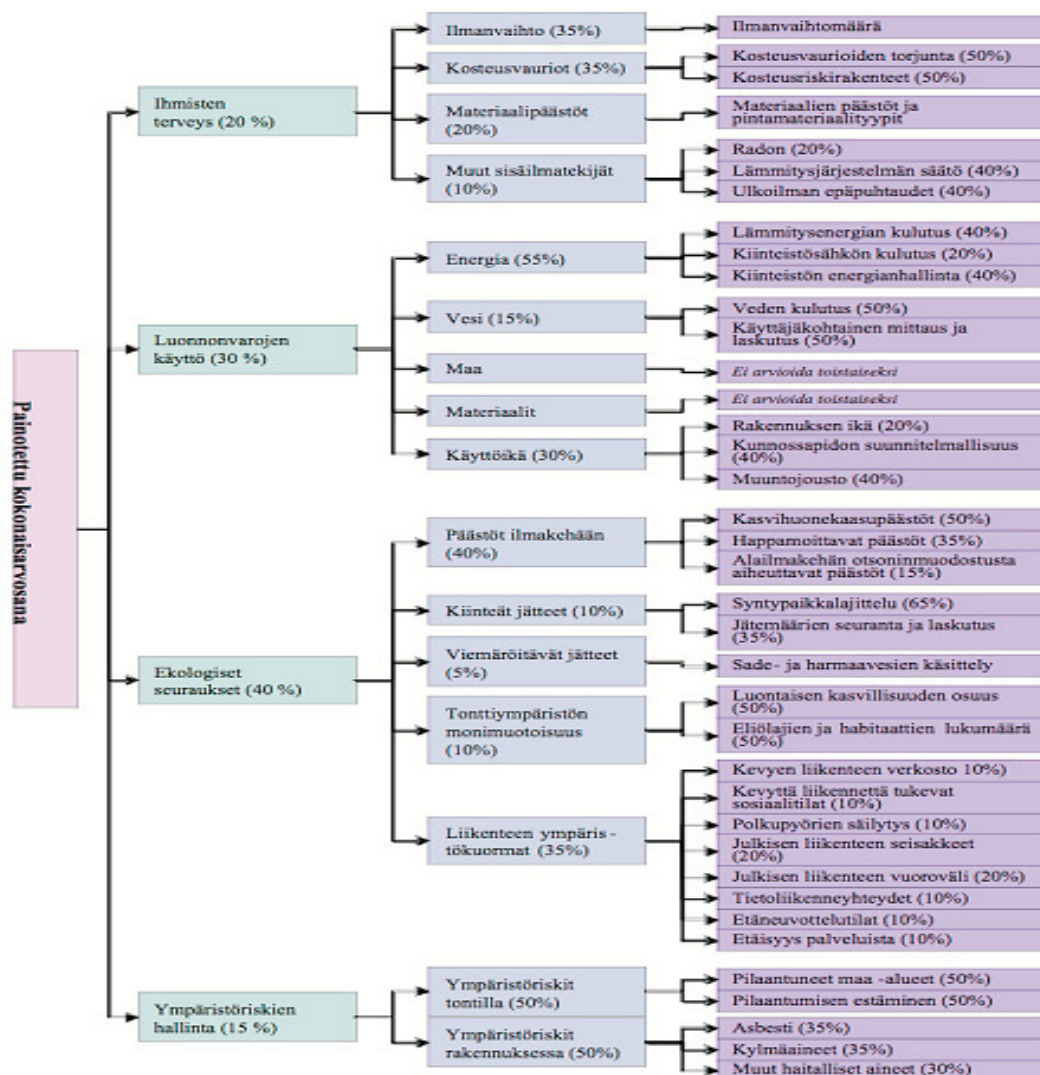
- 14 Esteiden teoria (TOC). 2015. Verkkodokumentti. Sixsigma. <<http://www.sixsigma.fi/fi/lean/esteiden-teoria-toc/>>. Luettu 10.3.2015.
- 15 Vaihtelu ja PDCA. 2015. Verkkodokumentti. Sixsigma. <<http://www.sixsigma.fi/fi/lean/vaihtelu-ja-pdca/>>. Luettu 10.3.2015.
- 16 Putkiranta Antero. 2014. Tuotannonohjaus. Luentomateriaali. Metropolia Ammattikorkeakoulu.
- 17 COMBI-36 Sisä-/ulostulo yhdistelmämoduuli. 2015. Verkkodokumentti. Fidelix Oy. <http://www.fidelix.fi/documents/tuki/COMBI36_FI.pdf>. Luettu 27.3.2015.
- 18 EtherCAT – the Ethernet Fieldbus. 2015. Verkkodokumentti. Ethercat. <<http://www.ethercat.org/en/technology.html>>. Luettu 27.3.2015.
- 19 Käytettävyyden vallankumous. 2015. Verkkodokumentti. Fidelix Oy. <<http://www.fidelix.fi/tuki/?pageID=Kaytettavyys>>. Luettu 27.3.2015.
- 20 MULTI-24 Vapaasti ohjelmoitava väyläsäädin. 2015. Verkkodokumentti. Fidelix Oy. <http://www.fidelix.fi/documents/tuki/MULTI24_FI.pdf>. Luettu 27.3.2015.
- 21 Ylitalo Jesse. 2012. Rakennusautomaation väylät ja integraatio. Insinööriyö. Metropolia Ammattikorkeakoulu. Sähkötekniikka.
- 22 Jokelainen Jouni. 2011. Automaation perusteet. Luentomateriaali. Metropolia Ammattikorkeakoulu.
- 23 Langattomuus avaa uusia mahdollisuuksia. 2014. Verkkodokumentti. Promaint-lehti. <<http://www.promaintlehti.fi/Laite-ja-korjaustekniikat/Langattomuus-avaa-uusia-mahdollisuuksia>>. Luettu 31.3.2015.
- 24 Adapters. 2015. Verkkodokumentti. Pepperl+Fuchs. <http://www.pepperl-fuchs.com/global/en/classid_2976.htm?view=productdetails&prodid=43458>. Luettu 31.3.2015.

Kiinteistö-Promise pisteytykset: Toimistorakennukset



KIINTEISTÖ-PROMISE
Käyttöohje

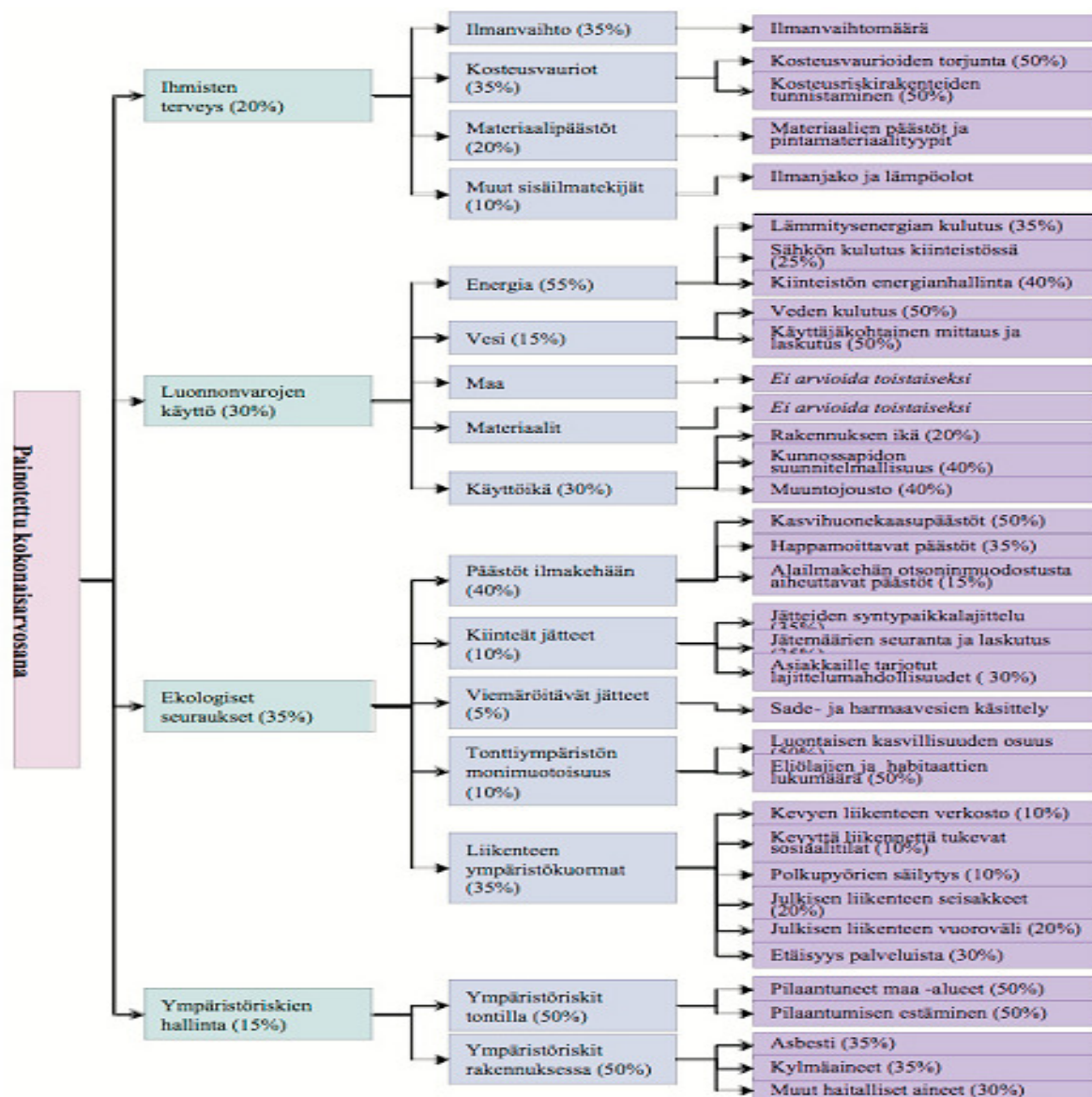
LIITE 1: Kiinteistö-Promise Kriteeristöt ja painoarvot | Toimistorakennukset



Kiinteistö-Promise pisteytykset: Liikerakennukset


KIINTEISTÖ-PROMISE
Käyttöohje

LIITE 2: Kiinteistö-Promise Kriteeristöt ja painoarvot | Liikerakennukset

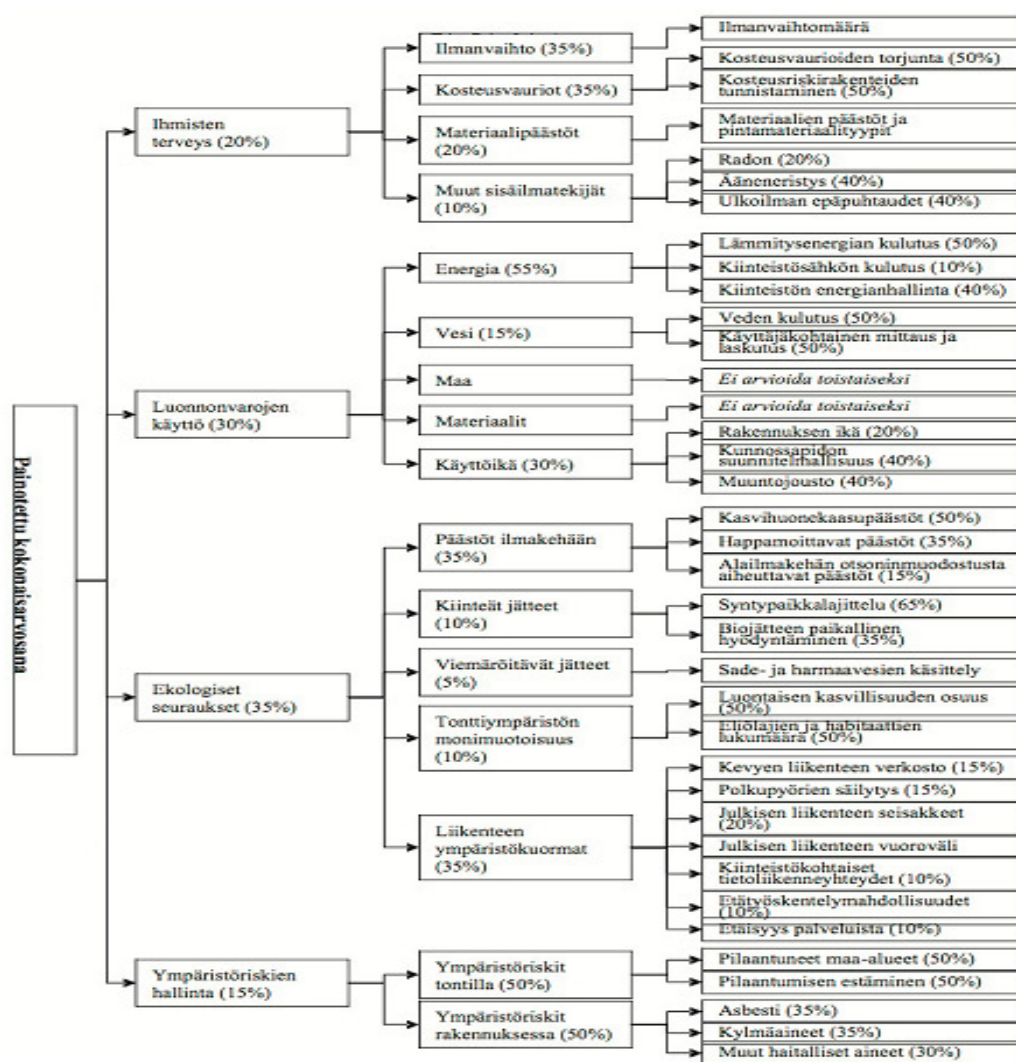


Kiinteistö-Promise pisteytykset: Asuinrakennukset



KIINTEISTÖ-PROMISE
Käyttöohje

LIITE 3: Kiinteistö-Promise Kriteeristöt ja painoarvot | Asuinkiinteistöt



Fieldbus comparison chart

FIELDBUS COMPARISON CHART

BACKGROUND INFORMATION (Sheet 1)				
Fieldbus Name	Technology Developer	Year Introduced	Governing Standard	Openness
PROFIBUS DP / PA	Siemens	DP-1994, PA-1995	EN 50170 / DIN 19245 part 3(DP) /4 (PA), IEC 1158-2 (PA)	ASICs from Siemens and Profichip, Products from over 300 vendors
INTERBUS-S	Phoenix Contact, Interbus Club	1984	DIN 19258	Products from over 400 manufacturers
DeviceNet	Allen-Bradley	March 1994	ISO 11898 &11519	17 chip vendors, 300+ product vendors, Open specification
ARCNET	Datapoint	1977	ANSI/ATA 878.1	Chips, boards, ANSI docs
AS-I	AS-I Consortium	Fall 1993	Submitted to IEC	AS-II.C. Market item
Foundation Fieldbus H1	Fieldbus Foundation	1995	ISA SP50/IEC 61158	Chips/software/products from multiple vendors
Foundation Fieldbus High Speed Ethernet (HSE)	Fieldbus Foundation	In development - lab test phase, Prelim spec available to members	IEEE 802.3u	Multitude of suppliers for Ethernet components, Extremely low cost
			RFC for IP, TCP & UDP	
IEC/ISA SP50 Fieldbus	ISA & Fieldbus F.	1992 - 1996	IEC 1158/ANSI 850	Multiple chip vendors
Serialplex	APC, Inc.	1990	Serialplex spec	Chips available multiple interfaces
WorldFIP	WorldFIP	1988	IEC 1158-2	Multiple chip vendors
LonWorks	Echelon Corp.	March 1991		Public documentation on protocol
SDS	Honeywell	Jan., 1994	Honeywell Specification, Submitted to IEC, ISO11989	17 chip vendors, 100+ products
ControlNet	Allen-Bradley	1996	ControlNet International	Open Specification, 2 Chip Vendors
CANopen	CAN In Automation	1995	CiA	17 chip vendors, 300 product vendors, Open specification
Ethernet	DEC, Intel, Xerox	1976	IEEE 802.3, DIX v. 2.0	Multitudes of Chips and Products
Modbus Plus	Modicon			Proprietary, requires license/ASICs
Modbus RTU/ASCII	Modicon		EN 1434-3 (layer 7) IEC 870-5 (layer 2)	Open specification, no special hardware required
Remote I/O	Allen-Bradley	1980		Proprietary
Data Highway Plus (DHP+)	Allen-Bradley			Proprietary

Physical characteristics

PHYSICAL CHARACTERISTICS (Sheet 2)				
Fieldbus Name	Network Topology	Physical Media	Max. Devices (nodes)	Max. Distance
PROFIBUS DP/PA	Line, star & ring	Twisted-pair or fiber	127 nodes (124 slaves - 4 seg, 3 rptns) + 3 masters	100m between segments @ 12Mbaud; 24 Km (fiber) (baud-rate and media dependent)
INTERBUS-S	Segmented with "T" drops	Twisted-pair, fiber, and slip-ring	256 nodes	400 m/segment, 12.8 Km total
DeviceNet	Trunkline/dropline with branching	Twisted-pair for signal & power	64 nodes	500m (baud-rate dependent) 6Km w/ repeaters
ARCNET	Star, bus, distributed star	Coax, Twisted-pair, Fiber	255 nodes	Coax 2000 feet; Twisted pair 400 feet; Fiber 6000 Feet
AS-I	Bus, ring, tree star, of al	Two wire cable	31 slaves	100 meters, 300 with repeater
Foundation Fieldbus H1	Star or bus	Twisted-pair, fiber	240/segment, 65,000 segments	1900m @ 31.25K wire
Foundation Fieldbus HSE	Star	Twisted-pair, fiber	IP addressing - essentially unlimited	100m @ 100Mbaud twisted-pair
				2000m @ 100Mbaud fiber full duplex
IEC/ISA SP50 Fieldbus	Star or bus	Twisted-pair fiber, and radio	IS 3-7 non IS 128	1700m @ 31.25K 500M @ 5Mbps
Seriplex	Tree, loop, ring, multi-drop, star	4-wire shielded cable	500+ devices	500+ ft
WorldFIP	Bus	Twisted-pair, fiber	256 nodes	up to 40 Km

Distribución: **ENSOFIT, S.A.** Email: info@ensofit.com Tel: +34 916 408 408

Physical characteristics

LonWorks	Bus, ring, loop, star	Twisted-pair, fiber, power line	32,000/domain	2000m @ 78 kbps
SDS	Trunkline/Dropline	Twisted-pair for signal & power	64 nodes, 126 addresses	500m (baud-rate dependent)
ControlNet	Linear, Tree, Star, or Combination Thereof	Coax, fiber	99 nodes	1000m (coax) 2 nodes 250m with 48 nodes 3km fiber, 30km fiber w/ repeaters
CANopen	Trunkline/Dropline	Twisted Pair + optional Signal & Power	127 Nodes	25-1000m (baud-rate dependent)
Industrial Ethernet	Bus, Star, Daisy-Chain	Thin Coax, Twisted Pair, Fiber; Thick Coax (rare)	1024 nodes, expandable to more via Routers	Thin: 185m 10 Base T (Twisted Pair): Max 100m long (90 meters horizontal cable, 5m drops, 1m patch) Max 4 hubs/repeaters between nodes 4Km distances w/o routers Fiber: 100 Base FX 400m 2.5 Km multi mode w/o Switches; 50 Km mono mode w/ Switches
Modbus Plus	Linear	Twisted Pair	32 nodes per segment, 64 max	500m per segment
Modbus RTU/ASCII	Line, star, tree Network w/ segments	Twisted Pair	250 nodes per segment	350m
Remote IO	Linear Trunk	Twinaxial	32 nodes/segment	6 km
DH+	Linear Trunk	Twinaxial	64 nodes/segment	3 km

Distribución: ER-SOFT, S.A. Email: info@er-soft.com Tel: +34 916 408 408

Transport mechanism

TRANSPORT MECHANISM (Sheet 3)						
Fieldbus Name	Communication Methods	Transmission Properties	Data Transfer Size	Arbitration Method	Error Checking	Diagnostics
PROFIBUS DP/PA	Master/slave	DP: 9.6, 19.2, 93.75, 187.5, 500 Kbps, 1.5, 3, 6, 12 Mbps	0-244 bytes	Token passing	HD4 CRC	Station, module & channel diagnostics
	peer to peer	PA: 31.25 kbps				
INTERBUS-S	Master/slave with total frame transfer	500Kbits/s,	1-64 Bytes data	None	16-bit CRC	Segment location of CRC error and cable break
		full duplex	246 Bytes Parameter			
			512 bytes h.s., unlimited block			
DeviceNet	Master/slave, multi-master, peer to peer	500 kbps,	8-byte variable message with fragmentation for larger packets	Carrier-Sense Multiple Access w/ Non-Destructive Bit-wise Arbitration	CRC check	Bus monitoring
		250 kbps,				
		125 kbps				
ARCNET	Peer to peer	19.53K to 10M	0 to 507 bytes	Token passing	16-bit CRC	Built in Acknowledgements at Datalink layer
AS4	Master/slave with cyclic polling	Data and power, EMI resistant	31 slaves with 4 in and 4 out	Master/slave with cyclic polling	Manchester Code, hamming-2	Slave fault, device fault
Foundation Fieldbus H1	Client/server publisher/ subscriber, Event notification	31.25 kbps	128 octets	Scheduler, multiple backup	16-bit CRC	Remote diagnostics, network monitors, parameter status
Foundation Fieldbus HSE	Client/Server, Publisher/Subscriber, Event Notification	100Mbps	Varies, Uses Standard TCP/IP	CSMA/CD	CRC	
IEC/ISA SP50 Fieldbus	Client/server Publisher/ subscriber	31.25 kbps IS+1, 2.6, 5 Mbps	64 octets high & 256 low priority	Scheduler, tokens, or master	16-bit CRC	Configurable on network management
Seriplex	Master/slave peer to peer	200 Mbps	7680/transfer	Sonal multiplexing	End of frame & echo check	Cabling problems
WorldFIP	Peer to peer	31.25 kbps, 1 & 2.5 Mbps, 6 Mbps fiber	No limit, variables 128 bytes	Central arbitration	16-bit CRC, data "freshness" indicator	Device message time-out, redundant cabling

Transport mechanism

LonWorks	Master/slave peer to peer	1.25 Mbps full duplex	228 bytes	Carrier Sense, Multiple Access	16-bit CRC	Database of CRC errors and device errors
SDS	Master/slave,	1Mbps,	8-byte variable message	Carrier-Sense Multiple Access w/ Non-Destructive Bitwise Arbitration	CRC check	Bus monitoring
	peer to peer,	500 kbps,				
	multi-cast,	250 kbps,				
	multi-master	125 kbps				
ControlNet	Producer/Consumer, Device Object Model	5 Mbps	0-510 bytes variable	CTDMA Time Slice Multiple Access	Modified CCITT with 16-bit Polynomial	Duplicate Node ID, Device, Slave Faults
CANopen	Master/slave, peer to peer, multi-cast, multi- master	10K, 20K, 50K, 125K, 250K, 500K, 800K, 1Mbps	8-byte variable message	Carrier-Sense Multiple Access w/ Non-Destructive Bitwise Arbitration	15 Bit CRC	Error Control & Emergency Messages
Industrial Ethernet	Peer to Peer	10, 100Mbps	46-1500 Bytes	CSMA/CD	CRC 32	
Modbus Plus	Peer to Peer	1Mbps	variable			
Modbus RTU/ASCII	Master/Slave	300 bps - 38.4Kbps	0-254 Bytes			
Remote I/O	Master/Slave	57.6 - 230 kbps	128 Bytes		CRC 16	none
DH+	Multi-Master, Peer->Peer	57.6 kbps	180 Bytes			none

Distribución: ER-SOFT, S.A. Email: info@er-soft.com Tel: +34 916 408 408

Performance

PERFORMANCE (Sheet 4)			
Fieldbus Name	Cycle Time: 256 Discrete 16 nodes with 16 I/Os	Cycle Time: 128 Analog 16 nodes with 8 I/Os	Block transfer of 128 bytes 1 node
PROFIBUS DP/PA	Configuration dependent typ <2ms	Configuration dependent typ <2ms	not available
INTERBUS-S	1.8 ms	7.4 ms	140 ms
DeviceNet	2.0 ms Master-slave polling	10 ms Master-slave polling	4.2 ms
ARCNET	Application Layer Dependent	Application Layer Dependent	Application Layer Dependent
AS-i	4.7 ms	not possible	not possible
Foundation Fieldbus H1	<100 ms typical	<600 ms typical	36 ms @ 31.25k
Foundation Fieldbus HSE	Not Applicable; Latency <5ms	Not Applicable; Latency <5ms	<1ms
IEC/ISA SP50	Configuration dependent	Configuration dependent	0.2 ms @ 5 Mbps 1.0 ms @ 1 Mbps
Seriplex	1.32 ms @ 200 kbps, m/s	10.4 ms	10.4 ms
WorldFIP	2 ms @ 1 Mbps	5 ms @ 1 Mbps	5 ms @ 1 Mbps
LonWorks	20 ms	5 ms @ 1 Mbps	5 ms @ 1 Mbps
SDS	<1 ms, event driven	5 ms polling @ 1 Mbps	2 ms @ 1 Mbps
ControlNet	<0.5 ms	<0.5 ms	<0.5 ms
CANopen	<1 ms	5 ms polling @ 1 Mbps	<2.5 ms
Industrial Ethernet	Application Layer Dependent	Application Layer Dependent	Application Layer Dependent
Modbus Plus			
Modbus RTU/ASCII			
Remote I/O	12msec @230, 40 msec @57.6 bus cycle time		
DH+			